

특허 정보 분석을 통한 CCUS 연구개발 동향 분석

김정민¹ · 김성용¹ · 배준희¹ · 신영재² · 안은영¹ · 이재욱^{1*}

¹한국지질자원연구원 미래전략연구센터, ²한국지질자원연구원 CO₂지중저장연구단

Analysis of Patent Trends on the CCUS Technologies

Jung-min Kim¹, Seong-Yong Kim¹, Junhee Bae¹, Young-Jae Shinn², Eunyoung Ahn¹ and Jae-Wook Lee^{1*}

¹Future Geo-Strategy Research Center, Korea Institute Geoscience and Mineral Resources (KIGAM), Daejeon 34132, Korea

²Center for CO₂ Geological Storage, Korea Institute Geoscience and Mineral Resources (KIGAM), Daejeon 34132, Korea

(Received: 2 June 2020 / Revised: 19 August 2020 / Accepted: 21 August 2020)

Given the continued climate change and global warming, various technologies for greenhouse gas reduction were discussed worldwide as all 195 countries participated in the Paris Agreement on the reduction of greenhouse gases. The agreement was adopted at the 21st Conference of Parties to the UNFCCC (COP21), which was held in Paris, France, in December 2015, and it revealed that reducing CO₂ is the most efficient method of greenhouse gas reduction. Accordingly, carbon capture/utilization/storage (CCUS) technology has been noted as a means of making practical contributions to CO₂ reduction, and research and development (R&D) activities in many countries are active in the field of CCUS technology. Therefore, this study aims to provide a basis for CCUS R&D and strategic support measures by analyzing patent trends in technologies related to CCUS. The patent analysis collected a total of 10,137 patents in the United States, Korea, Japan, Europe, and China; the number of patents in the United States was the highest according to patent analysis by country. According to an analysis by technology, capture-related technology was high at 60%, but given the recent increase in technology related to utilization, technology demonstration, R&D, and policy support should be continued.

Key words : Patent trend analysis, Carbon dioxide, Capture, Storage, Utilization

지속적인 기후변화와 지구온난화로 인해 2015년 12월 프랑스 파리에서 열린 제21차 유엔기후변화협약(UNFCCC) 당사국총회(COP21)에서 모든 당사국(195개국)이 온실가스 감축에 참여하는 파리협정이 체결됨에 따라 전 세계적으로 온실가스 감축에 대한 다양한 기술이 거론되고 있으며, 그 중에 CO₂를 감축시키는 것이 가장 효율적이라고 분석되었다. 이에 따라 CO₂ 포집/저장/활용 기술(CCUS)은 CO₂ 감축의 실질적인 기여를 할 수 있는 수단으로 주목받았으며, CCUS기술 분야에 대해서 많은 국가들의 연구개발 활동이 활발히 이루어지고 있다. 따라서 본 연구에서는 이산화탄소 포집/저장/활용과 관련된 기술의 특허 동향 분석을 통해 CCUS 연구개발 및 전략적 지원방안 수립에 근거를 제시하고자 한다. 특허 분석은 미국, 한국, 일본, 유럽, 중국의 특허를 검색하여 총 10,137건을 수집하였고, 국가별 특허분석 결과 미국의 수가 가장 많았다. 기술별 분석에 따르면 포집에 관한 기술이 60%로 높았지만, 최근에는 활용에 관한 기술이 점점 증가하고 있는 것으로 나타난 만큼 이에 대한 기술 실증과 연구개발 및 정책적 지원이 지속적으로 이루어져야 될 것으로 보인다.

주요어 : 특허 동향 분석, 이산화탄소, 포집, 저장, 활용

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided original work is properly cited.

*Corresponding author: jwlee@kigam.re.kr

1. 서 론

최근 세계기상기구(WMO)의 발표에 따르면, 2015~2019년의 전 지구 평균기온은 산업화 이전 시기(1850~1900년)보다 1.1°C 상승하였고 최근 5년이 역사상 가장 더운 5년으로 기록될 것이라고 전망하고 있다(WMO, 2019). 국제적으로 기후변화 문제에 대해 심각성을 인지하고 1980년대부터 국제사회 차원에서 지속적으로 노력했으나 아직까지 전 세계적 노력이 가시적인 효과를 거두지 못하였다. 이로 인해 2015년 12월 프랑스 파리에서 열린 제21차 유엔기후변화협약(UNFCCC) 당사국총회(COP21)에서 파리기후변화협약이 발효되었다(MOFA, 2017). 파리협정은 국제사회 공동의 장기목표 설정을 통해 지구 평균 온도 상승을 1.5°C까지 제한하도록 노력한다고 명시되어 있으며, 기존 교토의정서와 달리 모든 당사국(195개국)이 온실가스 감축에 참여하는 것이 특징이다(KMA, 2018). 이러한 목표를 달성하기 위해 전 세계 국가들도 노력중이며, 대한민국 정부도 2030년까지 배출전망치(Business as usual, BAU) 대비 37% 저감을 목표로 제시하며 의욕적으로 온실가스를 감축하기 위해 노력하고 있다.

이러한 상황에서 온실가스 중 가장 많은 배출량을 차지(80% 이상)하는 CO₂를 감축하는 것이 지구온난화를 방지하는데 가장 효율적이기 때문에(KATS, 2018) 이산화탄소를 직접 제거할 수 있는 이산화탄소 포집/저장 기술이 각광을 받고 있다. 또한, 최근에는 포집된

이산화탄소를 저장하는 것 외에 직접 활용하는 CCU 기술까지 포함한 이산화탄소 포집·저장·활용(CCUS, Carbon Capture Utilization and Storage) 기술이 새로운 개념으로 제시되었다. 특히 2050년까지 CCUS기술이 이산화탄소 저감에 약 14%를 담당 할 수 있을 것이라 기대하며 많은 R&D 투자를 진행하고 있다(OECD/IEA, 2017).

하지만 지속적인 투자와 그에 따른 연구성과물이 창출됨에도 불구하고 CCUS 기술은 많은 기술적/경제적 한계로 인해 상업화가 더디게 진행되고 있다(Oda and Akimoto, 2011; Zhu and Fan, 2011). 이러한 상황에서 관련 기술의 특허동향 분석과 그에 따른 시사점 도출은 이산화탄소 포집/저장/활용 기술 분야의 기술 개발 동향 및 최신 기술 흐름과 특허 정보들을 제공할 수 있으며, 최근 부상기술 또는 원천기술 등을 도출하여 전략적인 연구개발 계획 수립을 가능하게 할 수 있다(Fiorini *et al.*, 2017; Miguez *et al.*, 2018).

본 연구의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 분석방법과 기술분류 현황, 3장에서는 특허출원동향 분석을 통해 이산화탄소 포집/저장/활용 기술의 특허출원 추세와 국가별 시장성 및 기술혁신활동의 질적 수준을 파악하였다. 또한 4장에서는 출원인 동향 분석을 통해 특정 상위 출원인을 확인하고 상위 출원인의 독과점 여부를 판단하였고, 5장에서는 Capture, Storage, Utilization 기술별 특허출원 추세, 주요 출원인 등을 통해 기술별 특허분석을 실시하였다. 이러한 앞에서의 특허 분석을 바탕으로 시사점을 도출하였다.

Table 1. Patent searching DB and search range

Category	Country	Search DB	Analysis section	Search scope
Open, Registration patent (Based on date)	Korea	WINTELIPS	By application date 2000.01~ Current(2020.06)	Entire article of open, registration patent
	Japan			
	US			
	EU			
	China			

Table 2. Classification of CCUS technologies

Keyword	Search formula
Capture	It is a technology to separate CO ₂ from fossil fuel exhaust gas. Technology divided into capture technology pre-combustion, Oxy Combustion and after combustion.
Storage	It is a technology to transfer collected CO ₂ to underground and ocean. Technology is divided into underground characterization, evaluation technology, drilling, injection technology, behavior observation and prediction technology, welcome impact evaluation and follow-up management technology.
Utilization	It is a technology that converts to valuable-added compounds by recycling it as a useful resource. Technology able to largely divided into chemical and biological conversion, direct utilization. The technical categories are categorized into catalyst, electrochemistry, bioprocess, light utilization, carbonation and polymer.

2. 분석 방법 및 기술 분류

본 연구에서 CCUS 기술 분류로 되어 있는 포집, 저장, 활용 분야의 특허 정보를 분석 대상으로 하였으며, 2000년부터 2020년 6월까지 출원공개 또는 출원 등록된 한국, 미국, 일본, 유럽, 중국의 특허 시장을 범위로 특허 정보를 수집하였다(Table 1).

(주) 웹스의 Wintelips DB를 이용하여 특허를 검색 및 재가공하였으며, 제목, 요약, 대표 청구항 및 전체 문서로 검색 범위를 확장하였다. 분석 대상의 기술분

류는 CCUS기술의 핵심기술인 포집, 저장, 활용 세 개의 기술로 분류하였으며(Table 2), 기술 분류 및 검색 키워드는 다음과 같다(Table 3).

CCUS 기술 분류에 따른 유효특허건수는 Table 4와 같다. 총 10,137건의 유효특허가 수집되었으며, 기술 분야 간 중복되는 특허는 총 620개로 포집 및 저장에 해당하는 중복 특허 150개, 포집 및 활용에 해당하는 중복 특허 466개 및 기술 분야 모두 중복되는 특허는 4개가 수집되었다.

Table 3. Searching keywords for trend analysis of CCUS R&D

Keyword		Search formula
Capture	representation	(포집* 포획* 포착* 채취* 회수* captur* collect* picking* extract*) (연소후* (연소 adj 후*) postcombust* (post adj combust*) ((고체* solid*) near2 (흡수* 흡착* absorpt*)) 고체흡수* 고체흡착* ((분리* separat*) near2 (공정* proce* 소재* material*)) 분리공정* 분리소재* 분리막* 멤브레인* 멤브레인* 멤브레인* membran* 분리-막* 연소전* (연소 adj 전*) (pre adj combust*) precombust* 가스화* gasificat* ((carbon* CO2* 이산화탄소* (이산화 adj 탄소*) 탄산가스* 탄산카아스* 탄산개스* * 탄산개스* 무수탄산* (탄산 adj (가스* 가아스* 개스* 개스*)) (무수 adj 탄산*)) near2 (수소* HYDROGEN) near2 (분리* separat*)) ((부분 part section 생성 product* 합성 synthes* 수성* water*) near2 (가스* 개스* 개스* 가스* 가쓰* 개스* 개쓰* gas*)) 부분가스* 생성가스* 합성가스* 수성가스* (산소* oxy* O2 옥시*) adj2 (제조* manufact*)) 산소제조* Oxyfuel* 순산소* (순 adj 산소*) (pure near2 oxy*) 공기분리* 질소분리* ((공기* air 질소* nitro* 심냉 심랭 cold*) near2 (분리* separat*)) 습식포집* 습식-포집* (습식 near2 포집*) ((습식* 물리* 화학* 액체* 액상*) near2 (흡수* 흡착* absorpt* adsorpt*)) ((아민* amine* 암모니* 암모니아* 암모니아* 암모니아* 암모니아* ammonia* NH3) near2 (흡수* 흡착* absorpt*)) 습식흡수* 물리흡수* 화학흡수* 액체흡수* 액상흡수* chemisorbent* physisorbent* liquefact* 액화* 건식포집* 건식-포집* (건식 near2 포집*) ((화학* 매체*) adj 순환* adj 연소*) (chemical adj loop* adj combust*))
	expansion	부분가스* 생성가스* 합성가스* 수성가스* (산소* oxy* O2 옥시*) adj2 (제조* manufact*)) 산소제조* Oxyfuel* 순산소* (순 adj 산소*) (pure near2 oxy*) 공기분리* 질소분리* ((공기* air 질소* nitro* 심냉 심랭 cold*) near2 (분리* separat*)) 습식포집* 습식-포집* (습식 near2 포집*) ((습식* 물리* 화학* 액체* 액상*) near2 (흡수* 흡착* absorpt* adsorpt*)) ((아민* amine* 암모니* 암모니아* 암모니아* 암모니아* 암모니아* ammonia* NH3) near2 (흡수* 흡착* absorpt*)) 습식흡수* 물리흡수* 화학흡수* 액체흡수* 액상흡수* chemisorbent* physisorbent* liquefact* 액화* 건식포집* 건식-포집* (건식 near2 포집*) ((화학* 매체*) adj 순환* adj 연소*) (chemical adj loop* adj combust*))
Storage	representation	(저장* 격리* 밀봉* storing* storag* sequestrat* seal*) (지중격리* 지층격리* 지중저장* 지중저장* ((지중* 지층* geologic* ground* under- ground* strata*) near2 (저장* 격리* 밀봉* storag* sequestrat* seal*)) EOR* (Enhanced adj Oil* adj recovery*) 석유회수* (석유 adj 회수*) ECBMR* (Enhanced adj Coal adj2 Methane*) 석탄층메탄회수* (석탄* adj2 메탄* adj 회수*) (석탄* adj2 메탄회수*) ((초임계* (supercritic* adj fluid*)) near2 (주입* inject*)) 주입능력* 저장능력* ((주입* 저장* 격리* storag* sequestrat* seal* inject*) adj (능 력* capacity*)) 심부염수층* 대염수층* 염류대수층* 석유가스층* 석탄층* (saline adj2 aquifers*) (coal adj beds*) 해양저장* ((해양* 해저* 심해* (deep adj sea) ocean submarine seafloor*) near2 (저 장* 격리* 밀봉* storag* sequestrat* seal*)) 메탄하이드레이트* 히드레이트* 하이드레이트* hydrate* 광물저장* 지표저장* ((지표* 광물*) adj 저장*) ((칼슘* calcium* 마그네슘* magnecium* 금속-산화물* 금속산화물* (금속 adj 산화 물*) metal-oxid* (metal adj oxid*)) near2 (반응* react* 저장* 격리* 밀봉* storag* sequestrat* seal*))
	expansion	심부염수층* 대염수층* 염류대수층* 석유가스층* 석탄층* (saline adj2 aquifers*) (coal adj beds*) 해양저장* ((해양* 해저* 심해* (deep adj sea) ocean submarine seafloor*) near2 (저 장* 격리* 밀봉* storag* sequestrat* seal*)) 메탄하이드레이트* 히드레이트* 하이드레이트* hydrate* 광물저장* 지표저장* ((지표* 광물*) adj 저장*) ((칼슘* calcium* 마그네슘* magnecium* 금속-산화물* 금속산화물* (금속 adj 산화 물*) metal-oxid* (metal adj oxid*)) near2 (반응* react* 저장* 격리* 밀봉* storag* sequestrat* seal*))

Table 3. Continued

Keyword		Search formula
Utilization	expansion	representation (전환* 변환* conver* transformat* utiliz*) (카보네* 카르보네* 칼보네* 카본네* 칼본네* 카본에* 칼본에* carbonate* 카바메이트* 카르바메이트* Carbamate* 이소시아네이트* 이소시아네이* 이소-시아네이* 아이소시아네이* ((이소* 아이소* iso*) adj (시아네이* cyanat*)) isocyanat* iso-cyanat* 카르복* 카르본* 카보닉* 카본익* 카복* COOH* carboxy* 합성가스* 합성개스* 합성기체* (합성 adj (가스* 개스* 기체*)) ((synthesis synthetic syn) adj gas*) syngas* 메탄* 매탄* ch4* methan* 메탄올* 메틸알콜* 메칠알콜* 메타놀* 메틸알코올* methanol* methylalcohol* 조류* 녹조* 홍조* 갈조* algae* 엽록소* 클로로필* chlorophyl* 미세조류* microalgae* 시멘트* 시?트* 세멘트* 세멘토* 세멘드* 세먼트* 세멘티드* 세멘테드* 세멘텃도* cement* 규산* 규산화* 실리케이트* 시리케이트* 실리케이트* 시리케이트* 시리칼라이트* 실리칼라이트* 시리칼라이트* 실리칼라이트* 시리케토* ((실리* 시리*) adj (케이트* 케이토* 칼라이트* 칼라이트*)) silicate* SiO4 탄산칼슘* (탄산 adj 칼슘*) (calcium adj carbonate) Calciumcarbonat* NaHCO3* 무기탄산* 탄산마그네* (탄산 adj 마그네*) (magnesium adj carbonate) Magnesiumcarbonat* MgCO3* 광물탄산염화* (광물 adj 탄산염화*) (mineral adj carbonat*) 탄산염* (carbonate near2 mineral*) 탄산칼슘* (탄산 adj 칼슘*) (Calcium adj carbon*) 칼사이트* calcite* 방해석* 광물화* 광물탄산화* mineralizat* 용제* 용제* 용매* 솔벤트* solvent* solut* 냉매* 냉각제* 냉각액* refrigerant* coolant* 바이오플라스틱* ((바이오* 생분해* 분해성* 생물분해성*) adj2 (고분자* 중합체* 폴리머* 폴리머* 폴리머* 폴리머* 수지* 합성수지* 레진* 레진* 레신* 레신* 플라스틱* 프라스틱* 푸라스치*)) bioplastic* biodegradabl* (bio* adj (plastic* degradabl*)) 생분해* 수처리* (water adj treatment) 하수* 오수* 폐수* 오폐수 (오 adj 폐수) 탁수 폐액* 오니* 오탉물* slop* sewage* ((waste* dirty) adj water*) ((보존* 유지* preserv* maintain) near3 (food* 식품* 푸드* 음식* 식재료* 가공식품*)) 카페인* caffeine* 탄산음료* (탄산 adj 음료*) (carbonated adj drink) 살충* insecticide* pesticide* 토양* soil* ((용접* weld* 몰딩* 몰드* 성형* mold*) near3 (금속* 메탈* metal*)) 온실가스* (온실 adj (가스* 개스* 개스* 가스* 가쓰* 개스* 개쓰* gas* 기체*)) 온실기체* (greenhous* adj gas*) 지구온난* (지구 adj 온난*) (오존* ozon*) 프레온가스* ((프레온 프레온) adj (가스* 개스* 개스* 가스* 가쓰* 개스* 개쓰* gas*)) freongas* (freon adj gas*) 천연가스* ((유정 천연 습성 건성) adj (가스* 개스* 개스* 가스* 가쓰* 개스* 개쓰* gas*)) (natural adj gas*) 유정가스* "케이싱 헤드" (casing adj head*) 습성가스* 건성가스* ((wet dry (oil adj well)) adj gas*) 염화불화탄소* chlorofluorocarbons* (chloro adj (fluoro adj carbon*)) 크로로플루오로카본* 클로로플루오로카본* 클로로프루오로카본* 크로로프루오로카본* ((클로로 크로로) adj ((플루오로* 프루오로*) adj (카본*))) 과불화탄소* Perfluorocarbon* (Perfluoro adj (carbon*)) 퍼플루오르카본* 펄플루오르카본* 퍼프루오르카본* 펄프루오르카본* 수소불화탄소* (수소 adj (불화 adj 탄소*)) hydrofluorocarbon* (hydro adj (fluoro adj carbon*)) 플루오르화탄소* 하이드로플루오르카본* 하이드로프루오르카본*)
	Others	CO2 (carbon* CO2* 이산화탄소* 탄소* 카본* (이산화 adj 탄소*) 탄산가스* 탄산까아스* 탄산개스* 탄산개스* 무수탄산* (탄산 adj (가스* 까아스* 개스* 개스*)) (무수 adj 탄산*)) CCS (CCS* CCUS* CCRS* CCU* CCR*)

Table 4. Number of effective patents associated with CCUS technologies

						(Unit: item)
Korea	Japan	US	EU	China	Total	
1,775	3,029	1,680	957	2,696	10,137	
C	S	U	C & S	C & U	C & S & U	Total
5,777	1,069	2,671	150	466	4	10,137

※ C : Capture, S : Storage, U : Utilization

3. 특허출원동향 분석

3.1. 전체 출원동향 분석

주요국 연도별 특허 출원 추이는 Fig. 1과 같다. 분석기간 초기인 2000년대 초반부터 2000년대 중반까지는 소폭의 증가를 보이고 있으며 2007~2011년까지 크게 증가하였고, 2012년에는 정점으로 2013년부터 감소하고 있는 것으로 나타났다. 2013년부터 현재까지 감소하는 추세를 보이고 있으나, 이는 해당 기술 분야의 긴 기술개발 주기를 감안하면 소폭의 감소하고 있지만, 장기적으로는 연구개발의 확대에 따른 특허출원은 지속 성장가능성이 높다고 판단된다. 다만 최근(2019년, 2020년)에 출원이 감소한 것은 특허출원 후 1년 6개월이 지나야 공개되는 특허 제도의 특성 때문인 것으로 파악된다. 따라서 CCUS 관련 특허출원은 2010~2014년에 가장 활발하였으며, 2012년 1,006건으로 가장 많은 특허가 출원되었다.

3.2. 주요시장국 연도별 추세

주요국 연도별 특허 출원 추세는 Fig. 2와 같다. 특정 시장의 출원 활동을 분석하기 위해서 출원 국가별 연도별 동향을 나타내었다. 전반적으로 미국, 유럽, 일

본, 한국, 중국 모두 2000년대 중반부터 출원 수가 증가함을 보이며, 2010년을 전후하여 감소하는 추세를 보이는 것으로 나타났다. 한국의 경우 2014년 211건으로 가장 많은 특허가 출원 되었으며, 미국은 2012년(343건), 일본은 2011년(156건), 유럽은 2011년(122건), 중국은 2018(328건)으로 특허 출원 수가 많았던 것으로 나타났다. 중국은 다른 국가와 달리 2010년 이후 몇 년간 다소 증가폭이 낮았으나 최근(2017~2018년) 특허건수가 다시 급증하였으며, 2019년 미공개 구간에서도 300건 이상의 출원이 이루어지고 있는 것으로 나타났다.

3.3. 주요 시장국 내-외국인 특허출원동향

CCUS 기술의 전 세계 특허 출원 동향을 살펴보면, 총 10,137(2000년 이후)건이 출원되었으며, 미국이 3,029건(30%)으로 가장 많은 특허가 출원되었다. 이어서 중국이 2,696건(27%), 한국과 일본은 각각 1,775건(17%)과 1,680건(17%)으로 비슷한 수준으로 출원이 이루어지고 있으며, 유럽은 다소 적은 957건(9%)의 특허를 출원하였다(Fig. 3).

시장 별 출원인 분석에서 한국은 자국인 출원율이 78%로 가장 높으며, 중국, 일본, 미국, 유럽 순으로 내

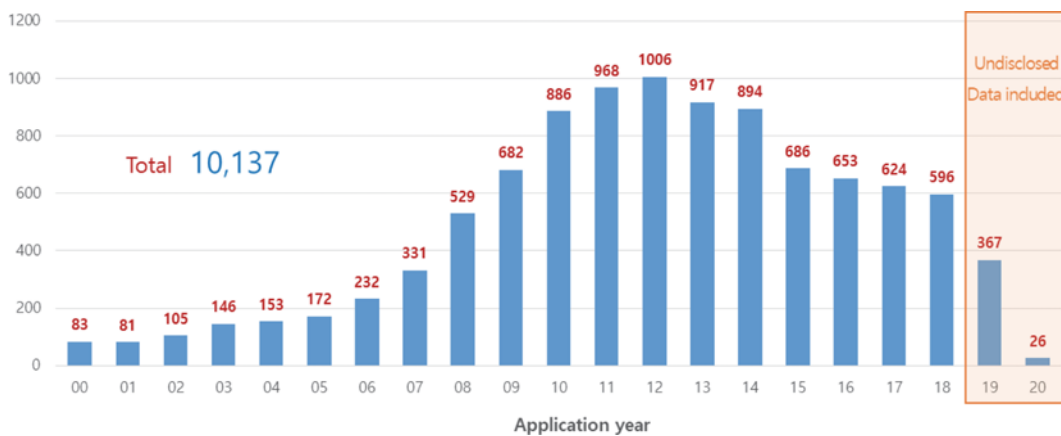


Fig. 1. Number of CCUS(Carbon Capture Utilization and Storage) patent applications per year.



Fig. 2. Yearly number of patent applications by country.

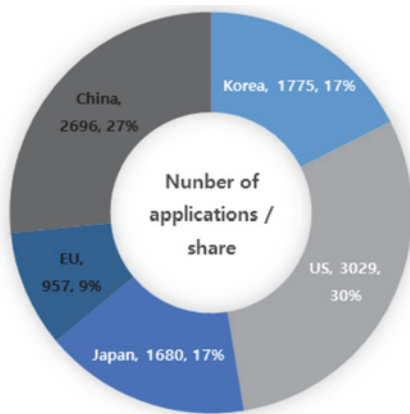


Fig. 3. Number of applicants and their share by countries.

국인 중심의 출원율을 보였다. 자국인 출원율이 높을 수록 기술자립도는 높지만 해외 출원인들에게 시장성

이 낮게 평가되는 것으로 판단된다. 유럽을 제외한 한국, 미국, 일본, 중국은 모두 자국 출원인이 1위로 나타나고 있으며, 미국과 중국은 절대적인 특허 수가 많기 때문에 시장성이 낮게 평가되지 않는다. 전 세계 특허 출원 동향을 살펴보면, 176건이 출원되었으며, 미국이 106건(60.2%)으로 과반 수가 넘는 특허를 보유하고 있으며, 이어서 한국은 39건(22.2%)을 출원하였고, 유럽과 일본은 각각 16건(9.1%), 15건(8.5%)으로 다소 적은 특허를 출원하였다(Fig. 4).

3.4. 등록률 현황분석

특허 등록률은 출원 년도별 출원 건수 중 특허권을 보호받을 수 있는 등록건수의 비율을 나타내는 것으로서, 기술혁신활동의 질적 수준을 간접적으로 파악할 수 있는 지표이다.

우리나라의 특허 등록률은 65%로 CCUS 기술 분야

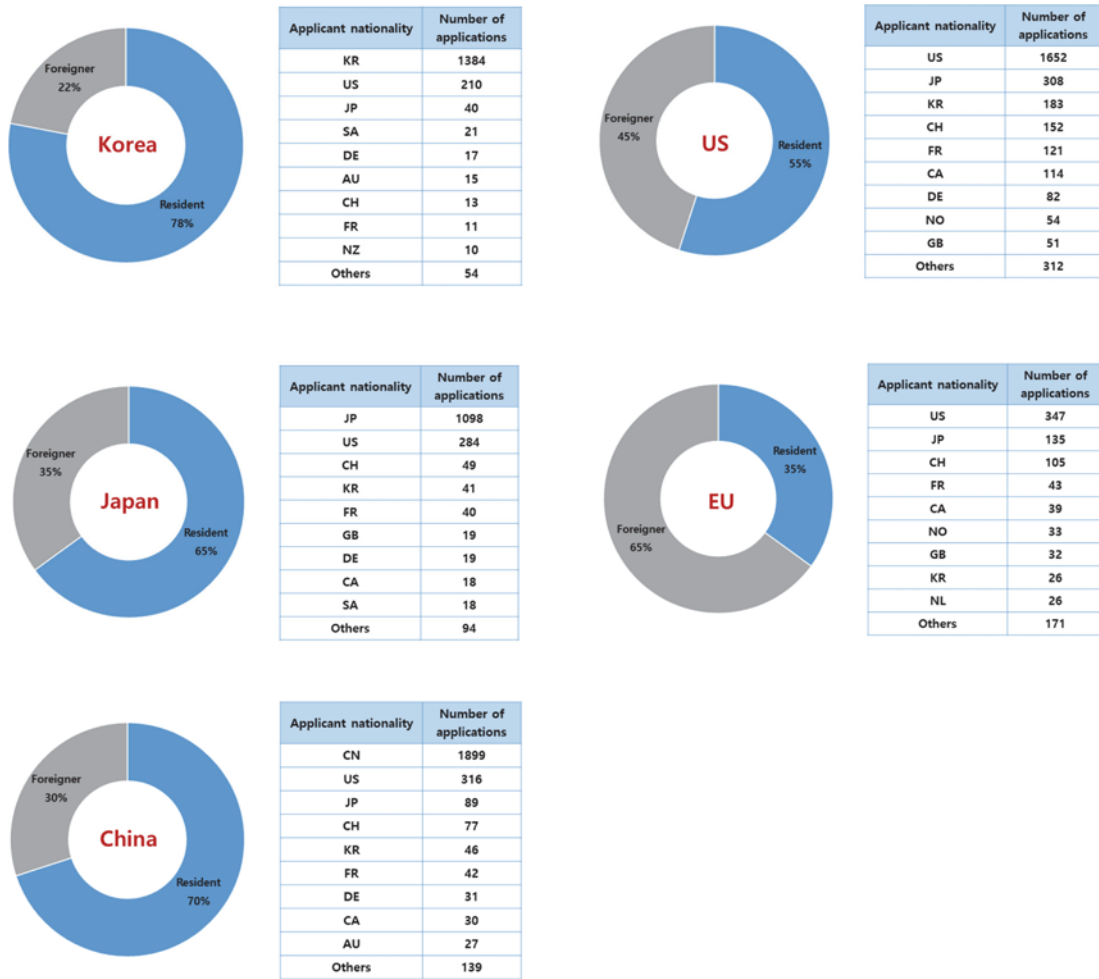


Fig. 4. Applicant analysis by market by countries.

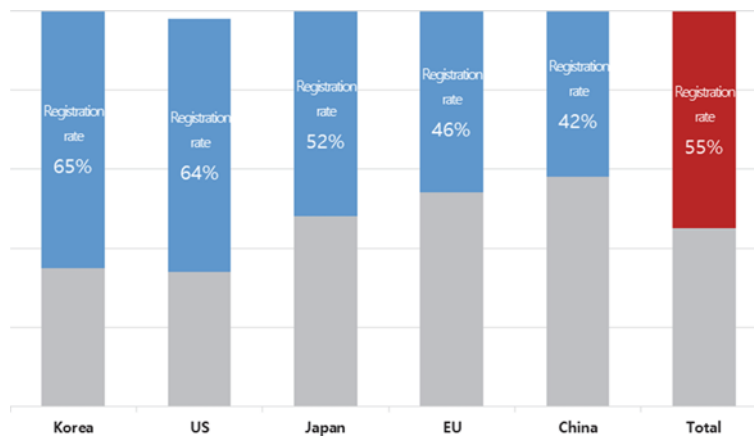


Fig. 5. Registration rate of major countries.

평균 등록률(55%) 보다 높은 것으로 나타났다. 미국과 일본, 유럽, 중국은 각각 64%와 52%, 46%, 42%의 특허 등록률을 보였으며, 2017년 특허분석에서는 평균 등록률이 50.9%로 최근 3년간 4.1%가 증가하였다(Fig. 5). 그 중 한국의 경우 총 특허는 1,775건 중에 현재 Active(등록이 유지되고 있는 특허 또는 심사중(진)단계로 특허 등록의 여지가 존재하는 특허) 특허는 1,135건으로 나타났으며, 현재 966건이 등록되어 그 권리가 유지되고 있다.

4. 출원인 동향 분석

4.1. 상위 출원인 분석

상위 출원인 분석에서의 10,137건의 특허는 주요국에 출원된 모든 특허출원건수를 의미하며, 기술단위 기

준으로 패밀리 특허 그룹을 1건으로 집계하여 기술 분야의 출원건수가 아닌 기술건수를 파악하였다. 그 결과 CCUS 관련 주요 출원인 출원건수는 Alstom Technology (286건), Toshiba Corp (272건), Mitsubishi Heavy (247건), ExxonMobil Res & Eng (241건), General Electric (226건), 한국에너지기술연구원 (203건), 한국전력공사 (147건), 한국지질자원연구원 (145건), Saudi Arabian Oil (97건) 등으로 나타났다(Fig. 6). 주요 출원인 Top3는 특정국가에 집중된 출원을 하지 않는 것으로 판단된다. 특히 Alstom Technology는 한국을 비롯한 일본, 미국에 특허 출원을 하고 있고, 2, 3위인 Toshiba Corp와 Mitsubishi Heavy는 자국 출원에 집중하고 있다.

기술단위 기준으로 주요출원인의 출원현황을 살펴보면, Top3는 각각 88건, 150건, 115건으로 나타남에

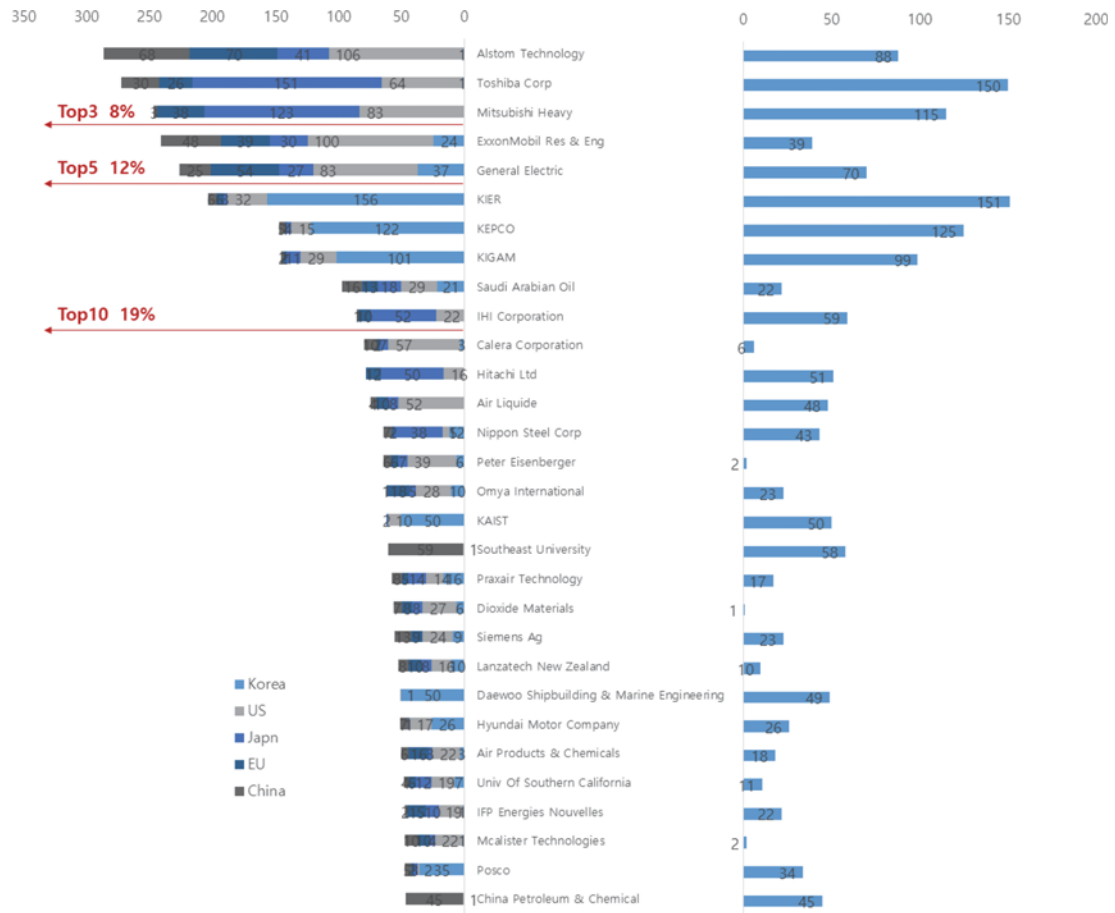


Fig. 6. Ranking of active companies and research institutes in CCUS patent activities.

KIPO(Korea)	
한국에너지기술연구원	156
한국전력공사	122
한국지질자원연구원	101
한국과학기술원	50
대우조선해양	50
한국조선해양 주식회사	45
포항산업과학연구원	39
General Electric	37
고려대학교 산학협력단	37
포스코	35
두산중공업	30
현대자동차	26
한국해양과학기술원	25
ExxonMobil Res & Eng	24
연세대학교 산학협력단	22
Saudi Arabian Oil	21
한국과학기술연구원	19
한국화학연구원	17
인하대학교 산학협력단	17
서강대학교 산학협력단	17
-	-
-	-

USPTO(U.S)	
Alstom Technology	106
ExxonMobil Res & Eng	100
Mitsubishi Heavy	83
General Electric	83
Toshiba Corp	64
Calera Corporation	57
Air Liquide	52
Peter Eisenberger	39
한국에너지기술연구원	32
Kilimanjaro Energy Inc	30
한국지질자원연구원	29
Saudi Arabian Oil	29
Omya International	28
Dioxide Materials	27
The Trustees Of Columbia University	26
Siemens Ag	24
Shell Oil Company	24
Co2 Solutions Inc.	23
Mcalister Technologies	22
IHI Corporation	22
Air Products & Chemicals	22
Membrane Technology & Research	20
Fluor Technologies Corporation	20

JPO(Japan)	
Toshiba Corp	151
Mitsubishi Heavy	123
IHI Corporation	52
Hitachi Ltd	50
Alstom Technology	41
Nippon Steel Corp	38
Research Institute Of Innovative Technology For The Earth	31
ExxonMobil Res & Eng	30
AIST	27
JFE Steel Corp	27
General Electric	27
Mitsubishi Hitachi Power Systems	23
Central Research Institute Of Electric Power Industry	23
Babcock-Hitachi	22
Tokyo Gas	21
Chugoku Electric Power	19
Kawasaki Heavy	19
Saudi Arabian Oil	18
Meidensha Corp	17
Praxair Technology	14
Tokyo Electric Power Company Holdings	13
Mitsubishi Chemicals	13

EPO(EU)	
Alstom Technology	70
General Electric	54
ExxonMobil Res & Eng	39
Mitsubishi Heavy	38
Toshiba Corp	26
Omya International	18
Air Products & Chemicals	16
IFP Energies Nouvelles	15
Saudi Arabian Oil	13
Shell Internationale Research Maatschappij	12
Hitachi Ltd	12
Air Liquide	10
Mcalister Technologies	10
Lanzatech New Zealand	10
IHI Corporation	10
Co2 Solutions Inc.	9
Siemens Ag	9
Dioxide Materials	8
Mitsubishi Hitachi Power Systems	8
Fuelcell Energy Inc	8
Corning Incorporated	7
-	-

SIPO(China)	
Alstom Technology	68
Southeast University	59
ExxonMobil Res & Eng	48
China Petroleum & Chemical	45
Tianjin University	38
Zhejiang University	32
China Huaneng Group Clean Energy Technology Research Institute	31
Tsinghua University	30
Toshiba Corp	30
Dalian University Of Technology	29
General Electric	25
South China Univ. Of Technology	18
Sichuan University	18
China University Of Petroleum	18
Beijing University Of Chemical Technology	18
Huazhong University of Science & Technology	17
Saudi Arabian Oil	16
North China Electric Power University	15
Air Georges	15
Changsha Zichen Technology Development Co	15
Sun Yat-Sen University	13
Siemens Ag	13

Fig. 7. Patent applicant status by major market country.

따라 최초 출원국에 출원한 특허를 우선권으로 하여 다양한 국가에 패밀리 특허를 출원하는 것으로 판단된다. 또한 출원 기준으로 Top3의 점유율은 8%이며, Top5까지의 점유율은 12%에 이르고 있어 해당 기술 분야는 특정 출원인(기업)에 의해 독점되고 있지 않은 것으로 판단된다.

4.2. 주요 출원인 진입국 현황

주요 출원인 진입국 현황은 Fig. 7과 같다. 다른 국가와 달리 한국에서는 한국에너지기술연구원, 한국전력공사, 한국지질자원연구원 등 국가 연구기관에서의 특허 출원 성과가 높은 것으로 파악된다. 미국, 일본, 유럽, 중국 특허청에서는 Alstom technology, Toshiba Corp, Mitsubishi Heavy, Exxonmobil research 등 기업 위주의 특허 출원이 이루어지고 있었다.

4.3. 구간 별 주요 출원인 현황

주요 출원인 구간별 현황에서는 1구간(2000년~2003년), 2구간(2004년~2007년), 3구간(2008년~2013년), 4구간(2014년~2018년), 미공개(2019년~2020년)으로 설정하였다(Fig. 8). 3구간에서는 1구간, 2구간에 비해 특허 수가 크게 늘어났음을 볼 수 있었다. 이는 기후변화가 지속됨에 따라, 온실가스 저감을 위한 세계적인 추세와 일치하고 있다고 판단된다.

3구간에서 많은 출원 건수를 보인 Alstom

Technology와 General Electric이 4구간에 감소하는 것으로 보이는 것은 합병과정에서 General Electric과 Alstom의 특허가 ExxonMobil로 출원인 변경되는 과정에서 일시적인 감소로 판단된다. Mitsubishi Heavy와 Toshiba Corp는 1구간부터 미공개 구간까지 꾸준히 출원이 이루어져 상위 랭크가 유지되고 있다. 한국에너지기술연구원과 한국전력공사는 2구간부터 포집분야 기술을 중심으로 꾸준히 특허 출원을 하는 것으로 분석되었다. 한국지질자원연구원은 1, 2구간에서는 출원 건수가 낮지만, 3구간에서는 출원을 많이 한 것으로 나타났다.

5. 기술별 동향 분석

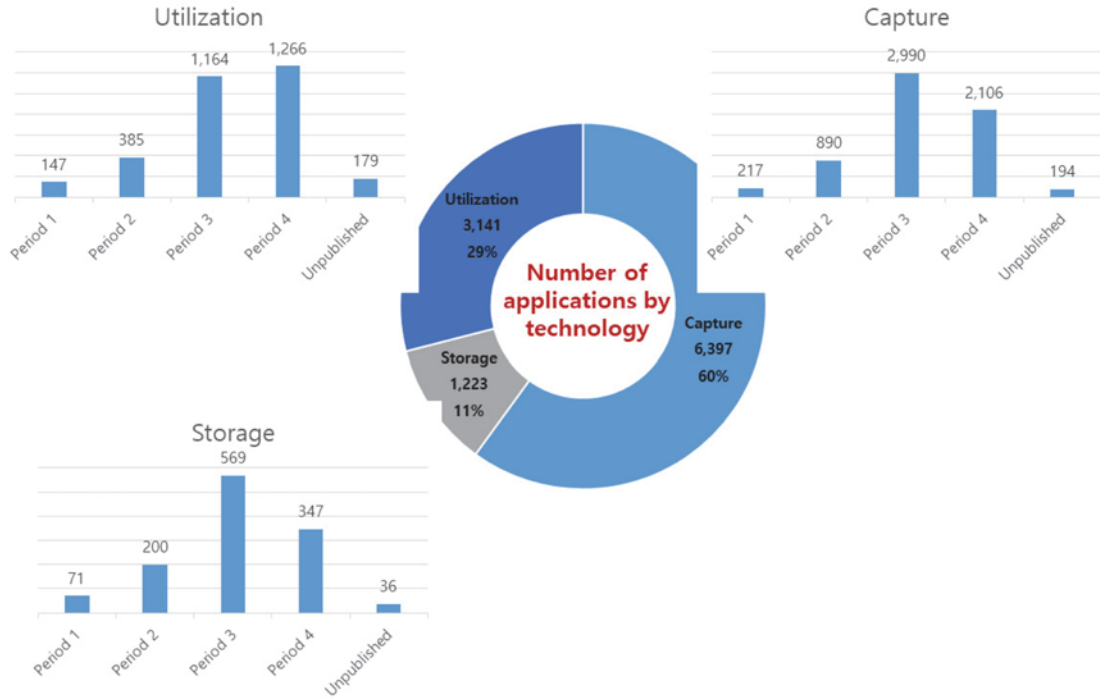
5.1. 기술분포

CCUS 기술 분포를 살펴보면, 포집 분야가 6,397건(60%)으로 가장 많은 출원 비중을 차지하고 있으며, 저장과 활용기술이 각각 1,223건(11%), 3,141건(29%)을 출원 된 것으로 나타났다(Fig. 9). 포집 분야의 경우 2012년에 가장 활발한 특허출원을 한 것으로 나타났다며 저장 및 활용 분야는 각각 2010년과 2011년, 2014년에 가장 많은 특허가 출원되었다. 출원인의 경우, 포집 분야는 Alstom Technology가 281건으로 가장 많이 출원을 하였고, 저장 분야는 한국지질자원연구원이 74건, 활용 분야는 Exxonmobil Research

Period 1		Period 2		Period 3		Period 4	
Toshiba Corp	20	Alstom Technology	53	Alstom Technology	198	ExxonMobil Res & Eng	158
Meidensha Corp	17	General Electric	45	General Electric	149	Toshiba Corp	117
Praxair Technology	14	Toshiba Corp	33	Mitsubishi Heavy	127	Mitsubishi Heavy	76
Mitsubishi Heavy	11	Mitsubishi Heavy	33	한국에너지기술연구원	100	한국에너지기술연구원	68
Alstom Technology	9	한국에너지기술연구원	31	Toshiba Corp	100	Saudi Arabian Oil	54
IHI Corporation	7	Praxair Technology	25	한국지질자원연구원	93	한국전력공사	49
Sun Chuanjing	6	Univ Of Southern California	22	ExxonMobil Res & Eng	78	한국지질자원연구원	46
Univ Of South Alabama	6	Air Products & Chemicals	21	한국전력공사	74	한국조선해양 주식회사	41
Nippon Steel Corp	6	한국전력공사	20	Hitachi Ltd	65	Dioxide Materials	37
TOSHIBA CERAMICS CO	5	IHI Corporation	18	Calera Corporation	64	한국과학기술원	35
U.S. Department ofEnergy	5	RITE	16	Air Liquide	51	Southeast University	30
Shell Oil Company	5	Lanzatech New Zealand	16	Saudi Arabian Oil	43	Hitachi Chemical	30
General Electric	5	Global Research Technologies	14	현대자동차	41	고려대학교 산학협력단	28
Marine Desalination Systems	5	Nippon Steel Corp	13	Mcalister Technologies	39	General Electric	27
		Air Liquide	13	Siemens Ag	36	Fuelcell Energy Inc	27
				Omya International	35	두산중공업	26
				IHI Corporation	35	Alstom Technology	26
						Nippon Steel Corp	25

※ period 1(2000~2003), period 2(2004~2008), period 3(2009~2013), period 4(2014~2018), Unpublished(2019~2020)

Fig. 8. Analysis of specific technology by period.



※ period 1(2000~2003), period 2(2004~2008), period 3(2009~2013), period 4(2014~2018), Unpublished(2019~2020)
Fig. 9. Patent application share by technical classification.

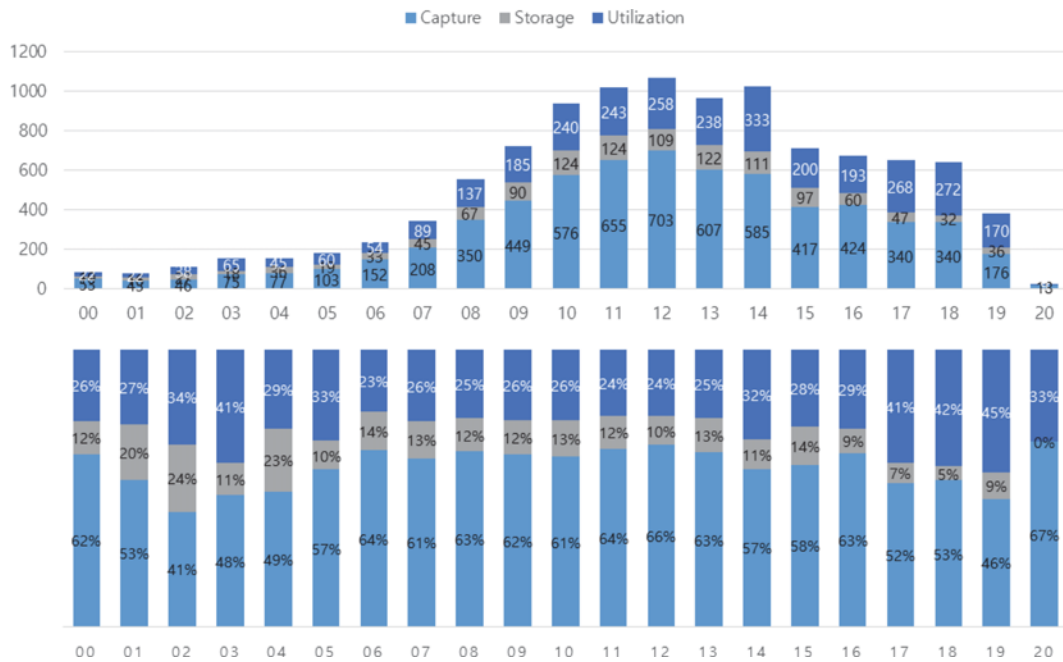


Fig. 10. Patent trends by technical classification.

Engineering이 117건으로 가장 많은 특허 출원을 한 것으로 나타났다.

5.2. 기술별 출원 추세

CCUS 기술별 출원 추세를 살펴보면, 포집과 활용 분야는 2012년까지 지속적으로 증가하는 추세를 보이고 있으며, 이후 포집분야는 소폭 감소세를 보이고 활용 분야는 증감을 반복하고 있다. 저장분야는 2010년까지 지속적으로 증가하는 추세를 보이다가 이후 소폭 증감을 반복하다가 감소하는 추세를 보이고 있다(Fig. 10). CCUS 기술의 포집, 저장, 활용 등 모든 분야에서 2010년부터 2014년까지 출원이 가장 활발히 이뤄지고 있으며, CCUS 기술별·연도별 출원 비율을 보면 포집 분야의 비율이 전체적으로 가장 높게 나타났다. 그 중 2003년에 활용 분야가 차지하는 비중이 41%로 포집 분야와 차이가 거의 없는 것으로 나왔으나, 그 이후 20% 중후반 비율에 머물러 있다가 2017년부터 다시 40%이상의 비율로 증가하였다. 이와 반대로 저장 분야는 2000년대 초반 20% 내외의 점유율을 유지하고 있었으나, 2016년부터 10%미만의 기술 점유율을 보이고 있다. 포집과 저장에 관련된 기술은 4구간에서 감소하였지만 활용 분야의 기술은 소폭으로 증가한 것으로 보인다. 또한, 선행연구(Bae, *et al.*, 2017)의 결과와 비교해보면 3년 동안 포집 분야는 1,456건, 저장 분야는 191건 활용 분야는 960건이 증가하면서 활용 분야가 빠르게 기술별 점유율을 높이고 있는 것으로 보아 기존에 개발된 기술을 바탕으로 활용하는 기술에 대한 연구가 증가할 것으로 예상된다.

5.3. 기술별 주요출원인 현황

CCUS 기술에 있어서 포집, 저장, 활용 분야를 청구/권리범위로 하고 있는 특허에 대해서 각각 출원인 현황을 분석하였다(Table 5). 포집기술을 청구/권리범위로 하고 있는 특허의 주요 출원인은 Alstom Technology로 나타났으며, 저장기술의 주요 출원인은 한국지질자원연구원, 활용기술의 주요 출원인은 Exxonmobil Research Engineering로 파악되었다. 한국출원인의 경우 포집과 활용 분야에 대한 연구도 지속적으로 이루어지고 있지만, 저장 분야의 경우 주요출원인 Top3 모두 한국 출원인이 차지하고 있는 것으로 나타났으며, 이는 다른 나라들이 집중적으로 연구하는 분야뿐만 아니라 다른 나라에서 연구하지 않는 분야도 제외하지 않고 연구를 하고 있는 것으로 판단된다.

6. 결론 및 시사점

온실가스의 증가로 인해 지구온난화 및 기후변화 문제가 지속되면서 온실가스를 감소시키기 위해 에너지 효율성 증대, 신재생 에너지 확보 등 새로운 기술적 대안이 필요하게 되었다. 이에 따라 가장 많은 배출량을 차지하는 이산화탄소를 직접적으로 제거 할 수 있는 유일한 기술인 CCUS 기술에 대한 관심의 증가로 본격적인 연구개발이 시작되었고, 관련기술 특허출원이 2000년대 후반부터 급격하게 늘어났다. 이렇게 급속도로 성장하던 CCUS 기술을 분석하기 위해 2017년에 2000년부터 2016년까지의 해당 기술 분야에 대한 주요국/출원인/기술별 특허동향분석을 실시하는 선행연구(Bae *et al.*, 2017)를 수행하였고, 해당 기술 분야에 대한 최근 특허동향을 알아보기 위해서 본 연구를 수행하였다.

주요 출원인 분석에서는 Top3 출원인으로 Alstom Technology, Toshiba Corp, Mitsubishi Heavy가 도출되었고, 국내 상위 출원인으로 한국에너지기술연구원, 한국전력공사, 한국지질자원연구원 등이 활발하게 해당 기술발전을 위해 노력함을 볼 수 있었다. Alstom Technology, Toshiba Corp, Mitsubishi Heavy는 주로 포집 분야에서 특허를 출원하였다. 특히 Alstom Technology는 혼합가스에서 CO₂를 제거 목적의 특허출원, Toshiba Corp는 CO₂ Recovery System 기반의 특허출원, Mitsubishi Heavy는 배기가스 중의 CO₂를 회수하는 특허를 주요 출원하는 것으로 나타났다. 과거에는 전 세계적으로 많은 기업들이 CCUS 기술 중 성숙도가 제일 높은 포집기술에 집중하고 있었지만, 최근 동향을 살펴보면 포집과 저장기술에 대한 집중도가 서서히 감소하면서 활용기술에 대한 집중도가 높아지고 있다. 국내에서는 초기에는 포집기술과 저장 기술에 집중하였으나, 최근 정부 연구기관들을 중심으로 활용 기술 쪽에 집중하는 것을 알 수 있었다.

기술별 동향 분석에서는 가장 기술발전 수준이 높은 포집 분야가 아직도 60%의 점유율을 차지하고 있지만, 구간별 특허동향을 살펴보면 포집과 저장분야는 3구간까지 증가하는 추세를 보이다가 4구간에서는 감소하는 것으로 나타났고, 활용 분야는 4구간까지 지속적으로 증가하는 추세를 보이고 있다. 선행연구 결과와 비교해보면 3년 동안 포집 분야는 1,456건, 저장 분야는 191건 활용 분야는 960건이 증가하면서 활용 분야가 빠르게 기술별 점유율을 높이고 있다. 저장 분야는

Table 5. Patent applicant status by technical classification

(Unit: item)

1. Capture		2. Storage		3. Utilization	
Alstom Technology	281	KIGAM	74	ExxonMobil Res & Eng	117
Toshiba Corp	251	KAIST	32	Calera Corporation	74
Mitsubishi Heavy	233	Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering Co., Ltd.	28	KIGAM	70
ExxonMobil Res & Eng	220	Peter Eisenberger	25	Omya International	55
General Electric	214	KIOST	23	KEPCO	37
KIER	166	Saudi Arabian Oil	21	KIER	35
KEPCO	113	New Health Sciences, Inc.	14	Saudi Arabian Oil	35
Hitachi Ltd	74	IFP Energies Nouvelles	12	Doosan Heavy Industries & Construction Co., Ltd.	32
IHI Corporation	69	KIER	11	Univ Of Southern California	31
Peter Eisenberger	64	Mitsui E&S Holdings	9	Kiverdi Inc	31
Calera Corporation	62	Statoil Petroleum AS	8	Palmer Labs LLC	30
Saudi Arabian Oil	61	KIMM	8	Hyundai Motor Company	24
Air Liquide	59	The Trustees Of Columbia University	8	8 Rivers Capital LLC	21
Dioxide Materials	56	KORDI	8	Toshiba Corp	19
Praxair Technology	51	Dalian University Of Technology	8	Kilimanjaro Energy Inc	18
Nippon Steel Corp	50	BP Alternative Energy International Limited	8	Neumann Systems Group, Inc.	17
Southeast University	49	Omya International	7	Meidensha Corp	16
Siemens Ag	45	THE OHIO STATE UNIVERSITY	7	Lanzatech New Zealand	16
Korea Shipbuilding & Offshore Engineering Co.,Ltd.	44	KEPCO	7	IHI Corporation	15
Mcalister Technologies	44	POSCO	7	Zhejiang University	14
Air Products & Chemicals	43	PROSTIM LABS, LLC	7	Wuhan Kaidi Engineering Technology Research Institute	14
Corning Incorporated	40	Mcalister Technologies	7	Mitsubishi Chemicals	14
China Petroleum & Chemical	38	Central Research Institute Of Electric Power Industry	7	Mitsubishi Heavy	14
Membrane Technology & Research	36	Tokyo Electric Power Company Holdings	6	KAERI	13
Lanzatech New Zealand	36	Tianjin University	6	KAIST	13
Samsung Electronics Co., Ltd.	33	Univ Of Southern California	6	Nippon Steel Corp	13
Research Institute Of Innovative Technology For The Earth	33	RIST	6	POSCO	12
Co2 Solutions Inc.	33	Delphi Technologies, Inc.	6	JFE Steel Corp	12
Tianjin University	32	Ben M. Enis	6	UNIVERSITY OF SOUTH ALABAMA	11
Mitsubishi Hitachi Power Systems	31	China University Of Petroleum	6	Korea University	11
Fluor Technologies Corporation	30	Delphi Technologies, Inc.	6	Skyonic Corporation	11
-	-	Ben M. Enis	6	Southeast University	11
-	-	China University Of Petroleum	6	Central Research Institute Of Electric Power Industry	11
-	-	-	-	Dow Global Technologies	11

감소하는 추세이지만 국내의 한국지질자원연구원, 한국해양과학기술원 등이 전 세계적으로 많은 출원을 하는 것을 볼 수 있었다.

출원인 분석의 경우 국내의 출원인은 다른 국가와 달리 연구기관의 출원율이 높은 것으로 분석되었으며, 포집 분야에서는 한국에너지기술연구원이 저장, 활용

분야에서는 한국지질자원연구원이 상위출원인으로 나타났다. 포집 분야의 특허는 전체 특허의 60% 수준으로 많은 특허출원이 집중되어 있어, 향후 이 분야의 특허출원이 활용분야의 기술개발과 함께 분쟁의 소지가 많을 것으로 예상된다. 국내 출원인의 경우 상대적으로 저장 분야와 활용 분야에서의 특허 출원이 활발한 것으로 나타나며, 해외 주요국에서는 저장 분야의 출원이 매우 저조하고 포집과 활용 분야에 집중되어 있기 때문에, 저장 분야 외에 포집과 활용분야의 해외 출원을 확대하기 위한 전략 수립이 필요할 것으로 판단된다. 또한 해외상위 출원 기관들은 이산화탄소 포집/회수 기술을 기반으로 특허 기술의 대형화와 온실가스 자원화를 위한 기술 실증에 주력하고 있으므로, 이산화탄소 시장 선도와 기술 경쟁력 강화를 위해 기술 실증과 연구개발 및 정책적 지원이 지속적으로 이루어져야 될 것으로 판단된다. 본 연구는 2000년도부터 2020년도까지의 각 국의 최근 CCUS 특허 분석을 통한 기존의 CCUS 동향 및 비교 분석 제시에 연구 목적을 갖고, 이와 같은 연구 내용은 이후 CCUS 연구개발 및 전략적 지원 방안 수립에 대한 근거 자료 제시로 연구 의의를 갖는다.

사 사

이 논문은 한국지질자원연구원 미래전략연구센터 2020년도 주요사업(GP2020-020, 20-3120-1)의 일환으로 수행되었다.

References

- Bae, J.H., Seo, H.G., Ahn, E.Y. and Lee, J.W. (2017) Patent Trend Analysis of Carbon Capture/Storage/Utilization. *Technology Economic and Environmental Geology*, v.52, p.529-539.
- Fiorini, A., Pasimeni, E., Georgakaki, A. and Tzimas, E. (2017) Analysis of the European CCS research and innovation landscape. *Energy Procedia*, v.114, p.7651-7658.
- Korea Meteorological Administration(KMA) (2018) Summary for Policymakers Technical Summary: Global Warming of 1.5°C, p.31-43.
- Korean Agency for Technology and Standards(KATS) (2018) KATS technical report, v.114, p.4-5.
- Korean Intellectual Property Office (2004) Patent Information Handbook for Scientists and Engineers, p.23-33.
- Míguez, J.L., Porteiro, J., Pérez-Orozco, R., Patiño, D. and Rodríguez, S. (2018) Evolution of CO₂ capture technology between 2007 and 2017 through the study of patent activity. *Applied energy*, v.211, p.1282-1296.
- Ministry of Foreign Affairs(MOFA) (2017) Paris Agreement Significance and Features, http://www.mofa.go.kr/www/wpge/m_20149/contents.do.
- Oda, J. and Akimoto, K. (2011) An analysis of CCS investment under uncertainty. *Energy Procedia*, v.4, p.1997-2004.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)/International Energy Agency(IEA) (2017) *Energy Technology Perspectives 2017*, p.6.
- World Meteorological Organization(WMO) (2019) *The Global Climate in 2015-2019*, p.3.
- Zhu, L. and Fan, Y. (2011) A real options-based CCS investment evaluation model: Case study of China's power generation sector. *Applied Energy*, v.88, p.4320-4333.